

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-211787

(43)公開日 平成5年(1993)8月20日

(51)Int.Cl.³

H 0 2 N 2/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 8525-5H

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-253664

(22)出願日 平成4年(1992)8月31日

(31)優先権主張番号 0 2 5 5 3 / 9 1 - 0

(32)優先日 1991年8月30日

(33)優先権主張国 スイス(CH)

(71)出願人 591077058

アスラブ・エス・アー

ASULAB SOCIETA ANON
YME

スイス国 シイエイチー2501・ビエンヌ・

ファウボオ ドウ ラク・6

(72)発明者 ローラン・リーシア

スイス国 ツエーハー1025 サンーシュル

ビス・バクレト・24

(72)発明者 ミノル・クロサワ

神奈川県横浜市緑区すすき野 1-6-11

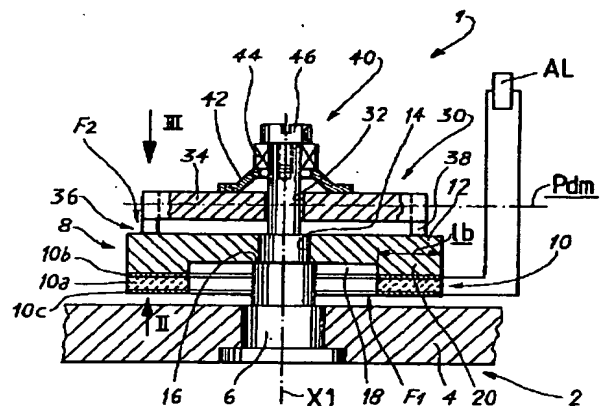
(74)代理人 弁理士 山川 政樹

(54)【発明の名称】 圧電モータ

(57)【要約】

【目的】 小型化が可能で、大きいモータ偶力を送ることができ、また構造が簡単で低コストで製造できる圧電モータを提供すること。

【構成】 本発明は圧電モータに関するものである。その圧電モータは、支持体(2)と、支持体(2)と一体化したステータ(8)と、支持体(2)に対して回転可能に取り付けられて、変位平面平面(Pdm)上を回転軸線(X1)の回りに変位可能であるロータ(30)と、ステータ(8)の振動運動をロータ(30)に伝達してそれを回転させる伝達手段(36)と、ロータをステータ上に支持する手段(40)とを有しており、ステータ(8)は、ロータ(30)の変位平面(Pdm)にほぼ直交する方向の速度成分を有する振動運動を行い、またステータ(8)はその振動運動を伝達してロータを回転させる手段と協働するようになっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 支持体(2)と、

支持体(2)と一体化したステータ(8)と、
電氣的に励起されてステータ(8)に振動運動を与える
ことができる圧電手段(10)と、

支持体(2)に回転可能に取り付けられて、変位平面で
ある平面(P_{dm})で回転軸線(X1)の回りに変位可能
であるロータ(30)と、

ステータ(8)の振動運動をロータ(30)に伝達し
て、ロータ(30)を前記軸線(X1)回りに回転移動
させる伝達手段(36)と、

ロータ(30)をステータ(8)上に支持する手段(4
0)とを有しており、

前記ステータ(8)は、ロータ(30)の変位平面(P
dm)にほぼ直交する方向の速度成分(V)を有する振動
運動を行い、ステータ(8)の振動運動の前記速度成分
をロータ(30)の回転運動に伝達する手段と協働する
ようにしたことを特徴とする圧電モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電モータに関するも
のである。

【0002】

【従来の技術】進行波形式の圧電モータは公知であっ
て、例えばEP 0 325 062に開示されているものでは、支
持手段を形成しているベースから支持シャフトが垂直方
向に延出し、またベースにステータが取り付けられてい
る。圧電変換器がステータの下方に取り付けられてお
り、電氣的に励起されて進行波形式の振動運動をステ
ータに与える例えばセラミックを有している。この圧電
モータはさらに、固定手段によってステータに対して軸方
向接触状態に維持されているロータを有している。ステ
ータによって与えられた振動運動の伝達手段がロータ上
に配置されており、この伝達手段は分円形の突起で形成
されている。同様な構造のモータがEP 0 395 298に記載
されている。このモータは上記モータに類似した構造で
あるが、定常波と呼ばれる別の振動モードで作動する。
これにも、直接にステータ上に肉厚部分として形成され
た突起を有する運動を伝達する手段が設けられている。
これらのモータは、低速回転時に大きな偶力を発生する
ことができるという利点を持っている。

【0003】しかし、ロボット工学、生体医用工学及び
航空学等の用途では、これらのモータをできる限り小型
化する努力が行われており、それによって必然的にそれ
らの寸法全体を大幅に小さくすることになる。さらに、
非常に高速の回転から本質的及び必要に出力範囲を減
少させるのに減速歯車装置を設ける必要があるが、これ
によってモータを含む装置が相当に複雑化し、それらの
コストも増加する。US 4 453 103も同軸的構造形式の圧
電モータを記載している。そこに記載されたステータ

は、ロータを包囲する管形部材であって、振動運動をた
わみ可能で弾性変形する部材で形成されたプッシャ部材
に与える圧電変換器を有している。プッシャ部材がステ
ータに定期的に押し付けられることによって、ロータに
回転運動を加えることができる。この形式のモータの主
な欠点は構造が非常に複雑であることである。さらに、こ
のモータは、ロータ及びステータ間の機械的連結に対し
て調節手段を有していないため、製造ラインの端部での
調節がまったく不可能である。このように、モータの構
造が複雑であり、また調節手段が設けられていないこと
から、それは非常に正確な公差での加工を必要とし、そ
のために価格が高くなる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的
は、上記欠点を解決して、小型化が可能で、大きいモー
タ偶力を送ることができ、また構造が簡単で低コストで
製造できる圧電モータを提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】従って、本発明によれ
ば、支持体と、支持体と一体化したステータと、電氣的
に励起されてステータに振動運動を与えることができる
圧電手段と、支持体に回転可能に取り付けられて、変位
平面である平面で回転軸線の回りに変位可能であるロー
タと、ステータの振動運動をロータに伝達して、ロータ
を前記軸線の回りに回転移動させる伝達手段と、ロータ
をステータ上に支持する手段とを有しており、前記ステ
ータは、ロータの変位平面にほぼ直交する方向の速度成
分を有する振動運動を行い、ステータの振動運動の前記
速度成分をロータの回転運動に伝達する手段と協働する
ようにした圧電モータである。ステータは、特にたわみ
によって軸対称振動運動を行い、それによって垂直方向
速度成分を発生し、この軸対称振動運動の中心がロータ
の回転軸線上にある用にすることが望ましい。

【0006】

【実施例】本発明の他の特徴及び利点は、添付の図面を
参照した以下の詳細な説明から明らかになるであろう。
図1は、本発明による圧電モータ1の実施例を示してい
る。モータ1には支持体2が設けられており、本実施例
の支持体2はベースとなるフランジ4によって形成され
て、その中に段差付きピンまたはスタッド6が埋め込ま
れて、特に圧入または接着によって固定されている。段
差付きピン6は(図1に示されている位置にある)ベー
ス4から垂直方向に、それに直交するように延在してい
る。外形が円筒形である段差付きピン6の軸線X1を、
以下の説明では回転軸線と呼ぶ。ベース4及び段差付き
ピン6は、黄銅またはステンレス鋼の合金等の金属製で
ある。このように、ベース4及びピン6の組み付け体
が、本発明による圧電モータ1のための支持体2となる
固定構造体を構成している。

【0007】ステータ8が段差付きピン6に圧入または

接着によって固定的に取り付けられている。このように段差付きピン6によって支持体2と一体化させたステータ8には、厚さ方向全体に均一に分極化されているセラミック等の圧電素子10aからなる圧電手段10と、従来通りに接続されている2つの電極10b及び10cと、概略的に示されているだけである電源ALとが取り付けられている。このように、圧電手段10は変換器を形成しており、電極10b及び10cを介して電源ALから給電されるのに応答して振動運動を行う。この形式のモータでの圧電現象及びそのような圧電変換器の構造及び配置は当業者には公知であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【0008】本モータのステータは中央にオリフィス開口14を設けたディスク12で形成されており、本実施例ではその開口を段差付きピン6の円筒形外周部分に圧入するか、直接的にそれに接着している。ステータ8の枠構造を形成しているディスク12は、段差付きピン6の肩部16上の軸方向支持部に載せられている。特に図1に示されているように、ベース4に面して、以下の説明で裏面と呼ばれるディスク12の表面F1の中央部分が窪んでおり、ベース4に面して中空部または室18が形成されている。この中空部18によって、ステータを形成しているディスクの裏面上に環状カラー20が形成されており、その上に圧電手段10が固着されている。圧電手段10も、幅1a(図2)が環状リング20の幅1b(図1)と同じである環状ディスク形である。圧電手段10の電極10b及び10cも非常に薄い環状ディスク形であって、図2に示されているように前面が平坦で連続した構造である。すなわち従来構造の場合のように破断されておらず、分極したセグメントで構成したものではないことが非常に好都合であることに注意されたい。このため、同一のものである電極10b及び10cは設計及び製造が非常に簡単である。ステータ8を形成しているディスク12は、黄銅、ステンレス鋼合金またはアルミニウム等の金属製で、必要に応じて硬質素材、特にクロムまたは窒化チタンの薄膜で被覆するのが好ましい。電極10b及び10cはニッケルまたは銀製にすることが好ましい。

【0009】圧電モータ1にはさらに、支持体2に対して回転軸線X1の回りに回転可能に取り付けられたロータ30が設けられている。すなわち、ロータ30はディスク12の表面F1の反対側の表面F2に当接して軸方向に支持されている一方、その中央オリフィス32が段差付きピン6の外周部の一部に遊嵌されている。本実施例のロータ30は、金属、セラミックまたは硬質プラスチックからなる薄いディスク34を有している。このディスク34は、カップリング手段(図示せず)と網目結合できる剛質の負荷構造部を形成している。

【0010】圧電モータ1はさらに移動を伝達するための手段36を有しており、この手段36はステータ8の

振動運動をロータ30に伝達して、ロータ30をその軸線X1回りに回転移動させる。このため、ロータは回転軸線X1に直交する中間変位平面P_{dm}上で回転移動できるようにになっていることに注意する必要がある。伝達手段36は、たわみ可能なトング38からなる弾性変形可能な部材で形成されている。図3及び4にわかりやすく示されているように、本実施例のたわみ可能なトング38は、ロータ30の負荷構造部を形成しているディスク34に埋め込まれている。このように、たわみ可能なトング38からなる弾性的に変形可能な部材はロータに固定されている。

【0011】これらのたわみ可能なトングの特徴を以下に詳細に説明する。また、図1に示されているように、ロータ30は固定手段40によって軸方向にステータ8側へ付勢されていることに注意されたい。ロータ30をステータ8上に軸方向に固定する固定手段40は、段差付きピン6に取り付けられてローラベアリング44によって軸方向圧力が加えられているキャップ42の形をしたばねからなり、ローラベアリング44自体も段差付きピン6に取り付けられて、そのピン6の自由端部に取り付けられたねじ46によってピン6上に保持されている。この固定手段では、ねじ46を締め付けたり緩めることによってステータ8に対するロータ30の固定圧力を調節することができる。

【0012】次に図3及び4を参照しながら、本発明のロータ30について、特にその上の伝達手段36の弾性変形可能な部材の構造についてさらに詳細に説明する。図面からわかるように、弾性部材はディスク34の外周に固定されたたわみ可能なトング38によって形成されている。これらのトングの4つが図示されているだけであるが、少なくとも3つのトングをロータ30上に配置しなければならないことは理解されるであろう。それよりもはるかに多数のトングを用いることもでき、その数は最大混雑状態によって制限される。変形可能なトング38は、ディスク34の外周部の周りに設けられた傾斜溝39にはめ込まれ、接着によって固定保持されている。

【0013】たわみ可能なトング38は、このようにロータ30から、特にディスク34からステータ8の前面F2の方向へ、回転軸線X1に平行な垂直軸線に対して傾斜角 β の角度を付けて突出している。この角度 β は $10^\circ \sim 30^\circ$ であることが好ましい。また、平板状の平行六面体の形をした各たわみ可能なトング38は、ロータ30から好ましくは $0.3 \sim 0.7 \text{ mm}$ ($0.3 \sim 0.7 \times 10^{-3} \text{ m}$)の値に選択される自由長さ L_{cs} だけ突出している。各トングは厚さ e_c が $0.06 \sim 0.15 \text{ mm}$ ($0.06 \sim 0.15 \times 10^{-3} \text{ m}$)、幅 1_c が $0.2 \sim 1 \text{ mm}$ ($0.2 \sim 1 \times 10^{-3} \text{ m}$)であることが好ましい。ロータ30とステータ8との間に配置された変形可能なトング38は、ステータ8の平坦な前面に当接して直接的にその上に載置され、前面F2は平滑であって突

起や突出部がないことに注意されたい。たわみ可能なトング38は、ベリリウム銅またはステンレス鋼の合金等の素材で形成される。

【0014】図5及び6は、本発明の弾性たわみ可能な部材の第2実施例を示している。この実施例の伝達手段36の弾性変形可能な部材は、同一素材のディスク52を折り返して（一部のものだけに番号が付けられている）設けられている。このディスク52は、ロータ30を形成しているディスク34の下側に取り付けられていることに注意されたい。この実施例では、たわみ可能なトング50が冷間変形加工、特に打ち抜き加工によってディスク52の外周部の周囲に設けられる。このため、本実施例では特にステータからロータに加えられる振動運動の伝達手段を構成しているたわみ可能なトング50が、高速作業が可能な加工によって得られることがわかる。

【0015】次に図7～9を参照しながら、本発明によるステータの振動運動の第1変更例について説明する。図7に示されているステータ8の部分図から明らかなように、ステータ8は基準Aで示されている休止位置の一方側から他方側へたわむようにして変形する。図面では変形の上下端B及びCの位置を誇張して示しているが、実際にはステータの外周（矢印）での振動振幅が $5\mu\text{m}$ （ $5 \times 10^{-6}\text{m}$ ）を超えない。この変形によってステータ8はカップ形になる。このカップ形変形は、圧電手段10によって誘導された振動運動からステータ8内に発生した曲げ力によるものである。この振動運動は軸対称形式であって、ステータに同じ形式の変形を加える。このことは、半径Rbの関数としたステータ8の振幅変化量Ampがステータ8の中心から外周に向かって増加することがわかる図8の曲線C1及びC2からも明らかである。

【0016】曲線C1及びC2は変曲点を示さない、又は振幅がゼロの位置を通っていないことに注意されたい。この振動モードでは、節円がステータ8上に現れないようになっている。この特徴は、すべてがゼロ以外の振幅値を示している図9の曲線C3～Cnから明らかである。これらの曲線C3～Cnは、ステータの角度位置の関数にしたステータの振幅の変化量を示しており、これらの変化量は図8の曲線C1に対応した正の振幅変化量である。さらに、曲線がすべて直線状であって互いに平行であることから、この振動モードが節直径を生じないことがわかるであろう。従って、この振動は国際基準Bnm（nは節円の数、mは節直径の数である）によればB00形式である。また、この振動運動及びこの非対称変形の中心が回転軸線X1にあることがわかる。これ

モードB00

mm	(10^{-3}m)
Hb	1
hb	0.5

により、平面状の階層形モータ、すなわちほぼ平板形のステータ及びロータが重なり合っているモータが得られる。このモータは、非対称運動の中心が回転軸線上にあってその上で向きが決められるため、回転軸線X1に対してほぼ軸方向振動運動する形式のものである。

【0017】振幅が非常に小さい振動及び軸対称変形のモードのため、ステータ8の各点、例えばPtl～Pt3

（図4）は、ある半径（例えばRb1～Rbn）及び位相でロータに描かれた各円について同一振幅で回転軸線X1に平行な方向のほぼ直線状の変位を多少とも軸線X1に沿って示す。ステータ上の各点、特にステータ及びロータの接触領域内の各点において、本発明による圧電モータの軸対称振動モードは、ロータ30の変位平面Pdmにほぼ垂直な速度成分V（図4にはV1～V3だけが示されている）を与える。ステータは、振動の振幅の非常にわずかな性質を考慮すれば、変位平面Pdm上に大きい速度成分を有していない。このため、半径方向、遠心または求心形の大きい加速度も存在しない。ステータは、進行波または定常波の振動モードを有する従来形圧電モータのステータに見られる加速度である接線加速度を生じないことに注意する必要がある。

【0018】図10は、本発明による軸対称振動運動の第2変化量を受けた時のステータ8の変形を示しており、基準Dは休止位置を示しているのに対して、E及びFはステータが励起された時のその変形の両端の位置を示している。この場合の運動には節円があり、半径Rb3（図11及び12）で示されている。ステータの振動節を示す振幅ゼロの位置を通過する図11の曲線C1及びC2の効果について特に注意する必要がある。図12の曲線C3～Cnから、ある半径Rbxのステータにおいて、そのステータ上のすべての円は 360° に渡って一定の振幅値（矢印の方向）を与え、図12の曲線C3～Cnが直線状であって互いに平行であることがわかるため、振動モード及びステータ8の変形の軸対称性が説明される。曲線C3～Cnは、ステータの振幅変化量をその角度位置の関数で表したものであり、これらの変化量は図11の曲線C2に対応した振幅変化量である。この振動モードは、ステータ8上に節直径を生じない。従って、この振動モードはB10形式である。

【0019】例えばステータ及び圧電手段を以下の寸法にして（図4）B00及びB10形式のこれらの軸対称振動モードを得るためには、周波数Fの交流を電源ALから発生するが、各モードに対する寸法及び周波数は以下の値である。

【0020】

モードB10

mm	(10^{-3}m)
1	
0.5	

7		8
R b	5	5
r b	3	3
l b	2	2
E b	0. 4	0. 4
h a	0. 5	0. 5
l a	2	2
F	1 4 K H z (1 0 ³ ヘルツ)	8 4 K H z (1 0 ³ ヘルツ)

【0021】但し、H bはステータの全高（ディスク12及び圧電手段10の合計高さ）、h bはディスク12の高さ（圧電手段10を除いたステータだけの高さ）、R bはステータの大半径（ディスク12の外周での半径）、r bはステータの小半径（中空部18が設けられている位置での半径）、l bは環状カラー20の幅、E bは中空部18の位置でのステータ8の（ディスク12の）厚さ、h aは圧電手段の全高（電極の厚さは無視できる）、l aは圧電手段10の幅、Fはステータの振動周波数であり、ステータは段差付きピン6の半径が0.5mm (0.5×10⁻³ m) の部分に固定されており、オリフィス14の半径もこの値である。この場合、ディスク12はステンレス鋼合金製、圧電素子10はPzt形（ジルコニウムをドーピングしたチタン銅）の圧電セラミック製である。以上に説明した軸対称振動モード（B00及びB10）の2つの変化量から、本発明によるモータの振動モードをBX0（xは0～nの整数）の表記で一般化することができることが理解されるであろう。

【0022】作用を説明すると、圧電手段10を電源A1で励起させると振動する。この振動が直接平面接触によってディスク12に伝達される。ステータ8は、全体として前述したように軸対称振動運動、すなわちB00またはB10であるが、一般化すればBX0を行う。ステータのたわみによる変形、従って発生したたわみによる（特に回転軸線X1上の突起による）ステータの各点の大きい直線変位が、たわみ可能なトング38または50によって形成された弾性変形可能な部材による変位平面P_{dm}上でのロータ30の変位及びそれに伴った回転に変換される。トング36は、押し付けられた時に曲がって、ロータ30内にその外周部分に沿ってロータの変位平面P_{dm}に平行な接線速度成分を誘導する。このように、たわみ可能なトング38及び50によって形成された弾性変形可能な部材36は、ステータのほぼ軸方向直線（すなわち垂直方向）運動をロータに伝達すると同時に、それをロータの垂直回転運動に変換することができる運動変換手段36を形成している。

【0023】圧電手段によってステータ内に発生し、ステータをカップ形にする曲げ応力が、前記圧電手段をステータに取り付けて構成された剛質アセンブリの不均質2成分構造によるものであることが、上記説明から理解される。ステータをそのようにカップ形に変形させるため、電極を介して電気が流れた時に半径方向に変形する特殊なセラミックが用いられる。すなわち、加えられた

電界から生じる変形を表す圧電定数d₃₁が高いセラミックが選択される。作用を説明すると、前記圧電手段の振動の半径方向成分が、当業者には公知の不均質2成分原理によってステータのディスク内に曲げ形式の振動を発生する。電源は、所望のBX0モードの共振周波数に一致した周波数の交流信号を発生する。ステータがこのように励起されると、上記のように軸対称振動運動に相当するBX0モードでステータ全体が共振する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による圧電モータの長手方向断面図である。

【図2】図1の矢印I1の方向に見たステータの電極の平面図である。

【図3】図1の矢印I1I1の方向に見た図であり、本発明のモータに使用される本発明の第1実施例によるロータの上表面を示している。

【図4】図1に示されているロータ及びステータだけを示す側面図である。

【図5】図6の矢印Vの方向に見た図であり、本発明のモータに使用される本発明の第2実施例によるロータの上表面を示している。

【図6】図5の矢印V1の方向に見た図5のロータの側面図である。

【図7】図1及び4のステータの断面の部分図であり、本発明に従った振動運動の第1変化量に従ってステータが励起されて振動している時の休止位置を実線で、両端変形位置を破線で示している。

【図8】ステータのある角度位置におけるステータの変形の振幅の変化量をステータの半径の関数として示した曲線のグラフである。

【図9】ステータのある角度位置におけるステータの変形の振幅の変化量をステータの半径の関数として示した曲線のグラフである。

【図10】図7と同様な部分断面図であるが、本発明による振動運動の第2変化量を示している。

【図11】それぞれ図8及び9と同様な図であるが、図10の振動モードの変化量に従ってステータが振動する時のステータの振幅の変化量のグラフを示している。

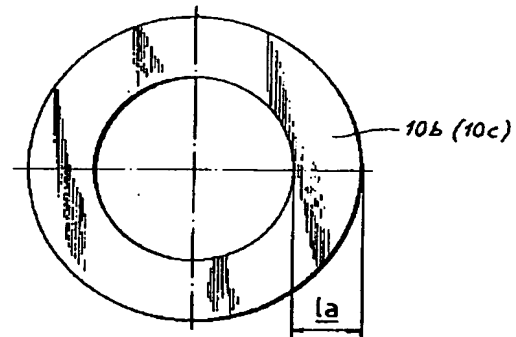
【図12】それぞれ図8及び9と同様な図であるが、図10の振動モードの変化量に従ってステータが振動する時のステータの振幅の変化量のグラフを示している。

【符号の説明】

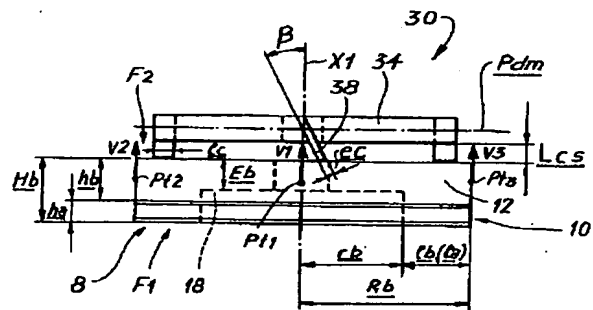
2 支持体

4 0 固定手段
X 1 回轉軸線
P d m 變位平面

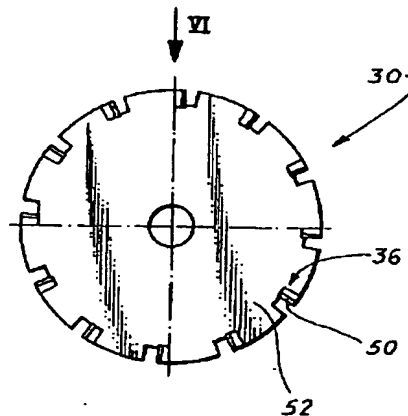
【图 2】



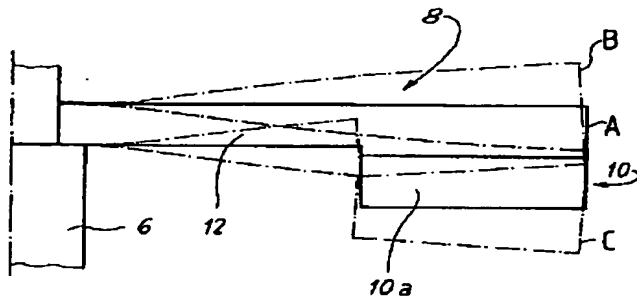
【図 4】



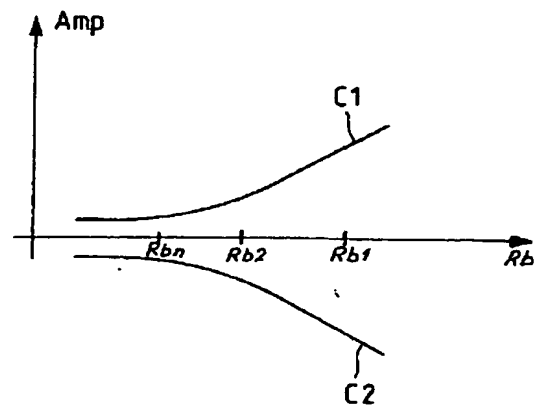
【图 6】



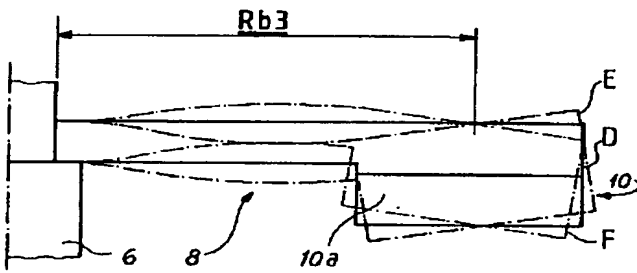
【図7】



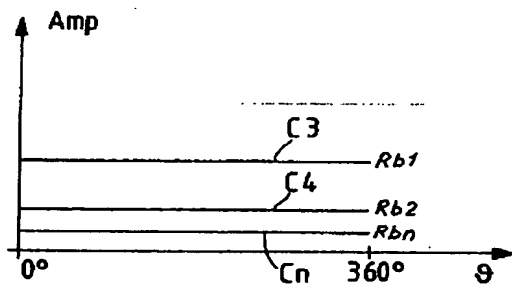
【図8】



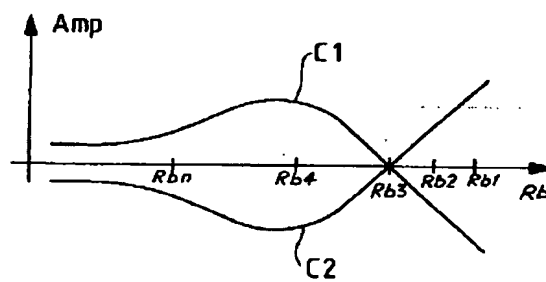
【図10】



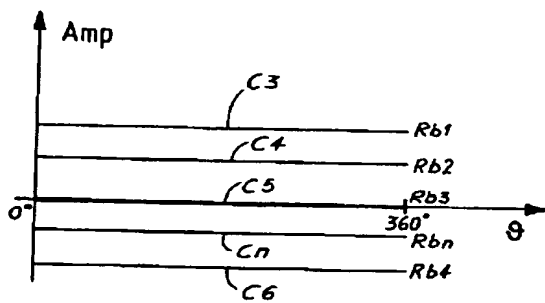
【図9】



【図11】



【図12】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-211787

(43)Date of publication of application : 20.08.1993

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

(21)Application number : 04-253664

(71)Applicant : ASULAB SA

(22)Date of filing : 31.08.1992

(72)Inventor : LUTHIER ROLAND
KUROSAWA MINORU

(30)Priority

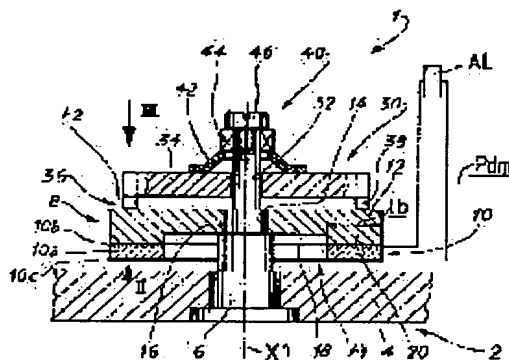
Priority number : 91 2553 Priority date : 30.08.1991 Priority country : CH

(54) PIEZOELECTRIC MOTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain high coupling of forces while reducing the size by an arrangement wherein a stator performs an oscillatory motion having a speed component substantially perpendicular to the displacement plane of a rotor and cooperates with means for transmitting that speed component to the rotary motion of the rotor.

CONSTITUTION: The motion transmitting means 36 of a piezoelectric motor 1 is made of an elastically deformable member having a flexible tongue 38 projecting from a disc 34 toward the front face F2 of a stator 8 while inclining against a vertical axis extending in parallel with a rotary shaft X1. When a piezoelectric means 10 is excited with a power supply AL, an oscillation is transmitted to a disc 12 through direct planar contact and the stator 8 oscillates symmetrically to the axis as a whole. A large linear displacement at each point of the stator 8 caused by a flexure thus generated is converted through the elastically deformable member 36 formed of the flexible tongue 38, into a displacement of the rotor 30 on a displacement plane Pdm and an associated rotation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3312344
[Date of registration] 31.05.2002
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The stator (8) united with the base material (2) and the base material (2), and a piezo-electric means by which it is excited electrically and vibrational motion can be given to a stator (8) (10), A base material (Rota (30 which it is attached in 2) pivotable and can be displaced around axis of rotation (X1) at the flat surface (Pdm) which is a displacement flat surface), The means of communication which the vibrational motion of a stator (8) is transmitted [means of communication] to Rota (30), and rotates Rota (30) to the circumference of said axis (X1) (36), It has a means (40) to support Rota (30) on a stator (8). Said stator (8) The piezoelectric motor characterized by making it collaborate with a means to perform vibrational motion which has the velocity compornent (V) of the direction which intersects perpendicularly with the displacement flat surface (Pdm) of Rota (30) mostly, and to transmit said velocity compornent of the vibrational motion of a stator (8) to rotation of Rota (30).

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to a piezoelectric motor.

[0002]

[Description of the Prior Art] In what is well-known as for the piezoelectric motor of a progressive wave format, for example, is indicated by EP 0 325 062, a support shaft extends perpendicularly from the base which forms the support means, and the stator is attached in the base. The stator is attached caudad and the piezoelectric transducer has the ceramic which is excited electrically and gives the vibrational motion of a progressive wave format to a stator. This piezoelectric motor has further Rota currently maintained by the shaft-orientations contact condition to the stator with the fixed means. The means of communication of the vibrational motion given by the stator is arranged on Rota, and this means of communication is formed by the projection of a part round shape. The motor of the same structure is indicated by EP 0 395 298. Although this motor is structure similar to the above-mentioned motor, it operates by another oscillation mode called a stationary wave. A means to transmit movement which has the projection formed as a thick part is directly established on the stator also at this. These motors have the advantage that a big couple can be generated at the time of low-speed rotation.

[0003] However, for applications, such as robotics, biomedical engineering, and aeronautics, efforts to miniaturize these motors as much as possible are performed, and those whole dimension will be inevitably made small sharply by it. Furthermore, although it is necessary to form reduction gears in decreasing the output range essentially and in need from high-speed rotation very much, by this, the equipment containing a motor is complicated fairly and those costs also increase. US 4 453 103 have indicated the piezoelectric motor of a coaxial structure format. The stator indicated there is a tubing form member which surrounds Rota, and has the piezoelectric transducer given to the pusher member formed by the member which a deflection is possible and carries out elastic deformation of the vibrational motion. By forcing a pusher member on a stator periodically, rotation can be added to Rota. The main faults of the motor of this format are that structure is very complicated, and are **. Furthermore, since this motor does not have the accommodation means to the mechanical connection between Rota and a stator, accommodation in the edge of a production line is completely impossible for it. Thus, the structure of a motor is complicated, and since the accommodation means is not established, it needs processing by very exact tolerance, therefore a price becomes high.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, the purpose of this invention can solve the above-mentioned fault, and can miniaturize it, a large motor couple can be sent, and structure is easy and is offering the piezoelectric motor which can be manufactured by low cost.

[0005]

[Means for Solving the Problem] Therefore, the stator which was united with the base material and the base material according to this invention, A piezo-electric means by which it is excited electrically and vibrational motion can be given to a stator, Rota which it is attached in a base material pivotable and can be displaced around axis of rotation at the flat surface which is a

displacement flat surface, The vibrational motion of a stator is transmitted to Rota and it has the means of communication which rotates Rota around said axis, and a means to support Rota on a stator. Said stator It is the piezoelectric motor it was made to collaborate with a means to perform vibrational motion which has the velocity component of the direction which intersects perpendicularly with the displacement flat surface of Rota mostly, and to transmit said velocity component of the vibrational motion of a stator to rotation of Rota. As for especially a stator, it is desirable to make it the business which performs axial symmetry vibrational motion by the deflection, generates a perpendicular direction velocity component by it, and has the core of this axial symmetry vibrational motion on axis of rotation of Rota.

[0006]

[Example] Other descriptions and advantages of this invention will become clear from detailed explanation of the following which referred to the attached drawing. Drawing 1 shows the example of the piezoelectric motor 1 by this invention. The base material 2 is formed in the motor 1, it is formed of the flange 4 used as the base, a pin with a level difference or a stud 6 is embedded into it, and the base material 2 of this example is being fixed by especially press fit or adhesion. The pin 6 with a level difference has extended so that it may intersect perpendicularly at it from the base (it is in the location shown in drawing 1) 4. An appearance calls the axis X1 of the pin 6 with a level difference which is a cylindrical shape axis of rotation by the following explanation. The base 4 and the pins 6 with a level difference are metal, such as an alloy of brass or stainless steel. Thus, the fixed structure from which the attachment object of the base 4 and a pin 6 turns into the base material 2 for the piezoelectric motor 1 by this invention is constituted.

[0007] The stator 8 is attached in the pin 6 with a level difference fixed by press fit or adhesion. thus, the power source AL only roughly indicated to be two electrodes 10b and 10c which resemble as usual the piezo-electric means 10 which consists of piezoelectric-device 10a, such as a ceramic polarized by homogeneity, and are connected in the whole thickness direction by the pin 6 with a level difference at the stator 8 made to unite with a base material 2 is attached. Thus, the piezo-electric means 10 forms the converter, answers that electric power is supplied from a power source AL through Electrodes 10b and 10c, and performs vibrational motion. Since the piezoelectric phenomena in the motor of this format, the structure of such a piezoelectric transducer, and arrangement are well-known to this contractor, detailed explanation is omitted here.

[0008] The stator of this motor is formed in the center by the disk 12 which formed the orifice opening 14, in this example, pressed the opening fit in the cylindrical shape periphery part of the pin 6 with a level difference, or has pasted it up on it directly. The disk 12 which forms the frame structure of a stator 8 is put on the shaft-orientations supporter on the shoulder 16 of the pin 6 with a level difference. The base 4 is faced, the central part of the front face F1 of the disk 12 called a rear face by the following explanation has become depressed, the base 4 is faced, and a centrum or ** 18 is formed as shown especially in drawing 1. Of this centrum 18, the annular color 20 is formed on the rear face of the disk which forms the stator, and the piezo-electric means 10 has fixed on it. The piezo-electric means 10 is also the annular disk form as the width of face 1b of the annular ring 20 (drawing 1) where width of face 1a (drawing 2) is the same. It is the structure which the front face was flat and followed as the electrodes 10b and 10c of the piezo-electric means 10 were also very thin annular disk forms and were shown in drawing 2. That is, note that it is very convenient that it is not what was constituted from a segment which did not fracture like but was conventionally polarized in the case of structure. For this reason, the same electrodes 10b and 10c are very simple for a design and manufacture. The disks 12 which form the stator 8 are metal, such as brass, a stainless steel alloy, or aluminum, and it is desirable to cover with the thin film of a hard material especially chromium, or titanium nitride if needed. As for Electrodes 10b and 10c, it is desirable to make it nickel or silver.

[0009] Rota 30 attached in the surroundings of axis of rotation X1 pivotable to the base material 2 is further established in the piezoelectric motor 1. That is, while Rota 30 is supported by shaft orientations in contact with the front face F2 of the opposite side of the front face F1 of a disk 12, the central orifice 32 of that has fitted loosely into a part of periphery section of the pin 6

with a level difference. Rota 30 of this example has the thin disk 34 which consists of a metal, a ceramic, or a rigid plastic. This disk 34 forms the load structured division of a coupling means (not shown) and **** which can carry out mesh association.

[0010] The piezoelectric motor 1 has the means 36 for transmitting migration further, and this means 36 transmits the vibrational motion of a stator 8 to Rota 30, and it rotates Rota 30 to the circumference of that axis X1. for this reason, the middle when axis of rotation X1 and Rota cross at right angles -- a variation rate -- it needs to be cautious of the ability to rotate now on a flat surface Pdm. A means of communication 36 is formed by the member which consists of tongs 38 in which a deflection is possible and in which elastic deformation is possible. The tongs 38 in which the deflection of this example is possible are embedded on the disk 34 which forms the load structured division of Rota 30 as shown intelligibly for drawing 3 and 4. Thus, the member deformable on the elastic target which consists of tongs 38 in which a deflection is possible is being fixed to Rota.

[0011] The description of the tongs in which these deflections are possible is explained below at a detail. Moreover, note that Rota 30 is energized by shaft orientations with the fixed means 40 to the stator 8 side to be shown in drawing 1 . A fixed means 40 to fix Rota 30 to shaft orientations on a stator 8 consists of a spring which carried out the form of cap 42 where it was attached in the pin 6 with a level difference, and the shaft-orientations pressure was applied by the roller bearing 44, and is held on the pin 6 according to the **** 46 by which roller bearing 44 the very thing was also attached in the pin 6 with a level difference, and was attached in the free edge of the pin 6. With this fixed means, the fixed pressure force of Rota 30 over a stator 8 can be adjusted by bolting **** 46 or loosening.

[0012] Next, the structure of the member in which the elastic deformation of a means of communication 36 on it is especially possible about Rota 30 of this invention is further explained to a detail, referring to drawing 3 and 4. The elastic member is formed with the tongs 38 which were fixed to the periphery of a disk 34 and in which a deflection is possible so that a drawing may show. Although four of these tongs are only illustrated, it will be understood that at least three tongs must be arranged on Rota 30. Much tongs can also be used farther than it and the number is restricted according to the maximum confusion condition. The deformable tongs 38 are inserted in the inclination slot 39 established in the surroundings of the periphery section of a disk 34, and fixed maintenance is carried out by adhesion.

[0013] The tongs 38 in which a deflection is possible have attached and projected the include angle of the tilt angle beta from the disk 34 from Rota 30 to the perpendicular axis parallel to axis of rotation X1 in the direction of the front face F2 of a stator 8 especially in this way. As for this include angle beta, it is desirable that it is 10 degrees - 30 degrees. Moreover, the tongs 38 which carried out the form of a plate-like parallelepiped and in which each deflection is possible have projected only the free die length Lcs preferably chosen from Rota 30 as the value of 0.3-0.7mm (0.3 - 0.7x10⁻³ m). As for each tongs, it is desirable that thickness ec is [0.06-0.15mm (0.06 to 0.15x10 to 3 m) and width of face lc] 0.2-1mm (0.2 to 1x10 to 3 m). The deformable tongs 38 arranged between Rota 30 and a stator 8 should be directly laid on it in contact with the flat front face of a stator 8, and notice them about a front face F2 being smooth and having neither a projection nor a lobe. The tongs 38 in which a deflection is possible are formed for materials, such as an alloy of beryllium copper or stainless steel.

[0014] Drawing 5 and 6 show the 2nd example of the member in which the elastic deflection of this invention is possible. The member in which the elastic deformation of the means of communication 36 of this example is possible turns up the disk 52 of the same material, and is prepared (only some things are numbered). Notice this disk 52 about being attached in the disk 34 bottom which forms Rota 30. In this example, the tongs 50 in which a deflection is possible are formed in the perimeter of the periphery section of a disk 52 by deformation processing between the colds, especially punching processing. For this reason, especially in this example, it turns out that the tongs 50 which constitute the means of communication of the vibrational motion added to Rota and in which a deflection is possible are obtained from a stator by processing in which a high-speed activity is possible.

[0015] Next, the example of the 1st modification of the vibrational motion of the stator by this

invention is explained, referring to drawing 7 –9. As a stator 8 bends to the other side, it deforms into it from the one side of the position of rest shown on Criteria A, so that clearly from the partial diagrammatic view of the stator 8 shown in drawing 7 . Although the drawing exaggerates and shows the location of the vertical edges B and C of deformation, the amplitude in the periphery (arrow head) of a stator does not exceed 5 micrometers (5×10^{-6} m) in fact. A stator 8 becomes a cup form according to this deformation. This cup form deformation is based on the bending force generated in the stator 8 from the vibrational motion guided by the piezo-electric means 10. This vibrational motion is an axial symmetry format, and adds deformation of the same format as a stator. This is clear also from the curves C1 and C2 of drawing 8 it turns out to be that the amplitude variation Amp of the stator 8 made into the function of a radius R_b increases from the core of a stator 8 toward a periphery.

[0016] Note that curves C1 and C2 do not show point of inflection, or the amplitude does not pass along the location of zero. In this oscillation mode, a nodal circle appears on a stator 8. All of this description are clear from the curves C3–Cn of drawing 9 which shows amplitude value other than zero. These curves C3–Cn show the variation of the amplitude of the stator made into the function of the angular position of a stator, and such variation is the forward amplitude variation corresponding to the curve C1 of drawing 8 . Furthermore, probably, it turns out that this oscillation mode does not produce a knot diameter, since all curves are straight lines-like and are mutually parallel. Therefore, according to the international standard Bnm (n is the number of nodal circles and m is the number of knot diameters), this vibration is a Boo format. Moreover, it turns out that the core of this vibrational motion and this unsymmetrical deformation is on axis of rotation X1. Thereby, a plane hierarchy form motor, i.e., the motor by which the stator of a monotonous form and Rota overlap mostly, is obtained. Since the core of unsymmetrical movement is on axis of rotation and the sense is decided on it, this motor is the thing of the format which carries out shaft-orientations vibrational motion mostly to axis of rotation X1.

[0017] the direction where each point (drawing 4), Pt1–Pt3, of a stator 8 is parallel to axis of rotation X1 at the same amplitude about each circle drawn on Rota with a certain radius (for example, R_{b1} – R_{bn}) and phase for the mode of the vibration with the very small amplitude, and axial symmetry deformation — some show a straight-line-like variation rate along with an axis X1 mostly. [for example,] In each point in each point on a stator especially a stator, and the surface of action in Rota, the axial symmetry oscillation mode of the piezoelectric motor by this invention gives the velocity component V almost perpendicular to the displacement flat surface Pdm of Rota 30 (only V1–V3 are shown in drawing 4). The stator does not have the large velocity component on the displacement flat surface Pdm, if very few properties of the amplitude of vibration are taken into consideration. For this reason, the large acceleration of radial, centrifugal, or a centripetalism form does not exist, either. It is necessary to notice a stator also about not producing the tangential acceleration which is the acceleration looked at by the stator of a form piezo-electricity motor conventionally has the oscillation mode of a progressive wave or a stationary wave, either.

[0018] Drawing 10 shows deformation of the stator 8 when receiving the 2nd variation of the axial symmetry vibrational motion by this invention, and Criteria D show the location of the both ends of it deformation when, as for E and F, a stator is excited to the position of rest being shown. There is a nodal circle in movement in this case, and it is shown by the radius R_{b3} (drawing 11 and 12). It needs to be careful about especially the effectiveness of the curves C1 and C2 of drawing 11 which passes through the location of the amplitude zero which show the oscillating knot of a stator. From the curves C3–Cn of drawing 12 , in the stator of a certain radius R_{bx} , all the circles on the stator give fixed amplitude value (the direction of an arrow head) over 360 degrees, and since it turns out that the curves C3–Cn of drawing 12 are straight lines-like, and it is mutually parallel, the oscillation mode and the axial symmetry nature of deformation of a stator 8 are explained. Curves C3–Cn express the amplitude variation of a stator with the function of the angular position, and such variation is the amplitude variation corresponding to the curve C2 of drawing 11 . This oscillation mode does not produce a knot diameter on a stator 8. Therefore, this oscillation mode is B10 format.

[0019] For example, although the alternating current of a frequency F is generated from a power source AL in order to make a stator and a piezo-electric means into the following dimensions and to acquire these axial symmetry oscillation modes of B(drawing 4) 00 and B10 format, the dimensions and frequencies to each mode are the following values.

[0020]

Mode B00 Mode B10 mm (ten to 3 m) mm (ten to 3 m)

Hb 1 1 hb 0.5 0.5 Rb 5 5 rb 3 3 lb 2 2 Eb 0.4 0.4 ha 0.5 0.5 la 2 2 F 14kHz(103 Hertz)84kHz (103 Hertz)

[0021] Hb However, the overall height of a stator (a disk 12 and sum total height of the piezo-electric means 10), hb The height of a disk 12 (height of only the stator except the piezo-electric means 10), The crown radius (radius in the periphery of a disk 12) of a stator and rb Rb The small radius of a stator (radius in the location in which the centrum 18 is formed), The width of face of the annular color 20 and Eb lb The thickness of the stator 8 in the location of a centrum 18 (disk 12), ha is [the width of face of the piezo-electric means 10 and F of the overall height (the thickness of an electrode can be disregarded) of a piezo-electric means and la] the oscillation frequency of a stator, the radius of the pin 6 with a level difference is being fixed to the 0.5mm (0.5×10^{-3} m) part, and the radius of a stator of an orifice 14 is also this value. In this case, a disk 12 is a product made from a stainless steel alloy, and a piezoelectric device 10 is the product made from a piezo-electric ceramic of a Pzt form (titanium copper which doped the zirconium). From two variation of the axial symmetry oscillation mode (B00 and B10) explained above, it will be understood that the oscillation mode of the motor by this invention is generalizable with the notation of BX0 (x is the integer of 0 - n).

[0022] It will vibrate, if an operation is explained, and the piezo-electric means 10 is excited with a power source AL. This vibration is transmitted to a disk 12 by direct flat-surface contact. A stator 8 is axial symmetry vibrational motion, B00 or B10, as mentioned above as a whole, but if it becomes common, it will perform BX0. [i.e.,] the large straight line of each point of the stator by the deflection by the deflection of a stator transformed therefore generated (based especially on the projection on axis of rotation X1) -- the variation rate by the member in which the variation rate was formed with the tongs 38 or 50 in which a deflection is possible and in which elastic deformation is possible -- it is changed into the rotation accompanying the variation rate of Rota 30 on a flat surface Pdm, and it. When pushed, it turns at tongs 36, and they guide a tangential-velocity component parallel to the displacement flat surface Pdm of Rota along with the periphery part in Rota 30. Thus, the member 36 which was formed with the tongs 38 and 50 in which a deflection is possible and in which elastic deformation is possible forms a movement conversion means 36 of a stator by which it is convertible for perpendicular rotation of Rota while transmitting shaft-orientations straight-line (namely, perpendicular direction) movement to Rota mostly.

[0023] It is understood from the above-mentioned explanation that it is what is depended on the heterogeneity 2 component structure of a **** assembly where the bending stress which occurs in a stator and makes a stator a cup form was constituted by the piezo-electric means by attaching said piezo-electric means in a stator. In order to make a stator deform into a cup form such, when the electrical and electric equipment flows through an electrode, the special ceramic transformed into radial is used. That is, a ceramic with the high piezoelectric constant d31 showing the deformation produced from the added electric field is chosen. If an operation is explained, the radial component of vibration of said piezo-electric means will generate vibration of a bending format in the disk of a stator by the well-known heterogeneity 2 component principle to this contractor. A power source generates the AC signal of the frequency which was in agreement with the resonance frequency in the BX0 desired mode. If a stator is excited in this way, the whole stator will resonate in the BX0 mode which is equivalent to axial symmetry vibrational motion as mentioned above.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the longitudinal direction sectional view of the piezoelectric motor by this invention.

[Drawing 2] It is the top view of the electrode of a stator seen in the direction of the arrow head II of drawing 1 .

[Drawing 3] It is drawing seen in the direction of the arrow head III of drawing 1 , and the upper front face of Rota by the 1st example of this invention used for the motor of this invention is shown.

[Drawing 4] It is the side elevation showing only Rota shown in drawing 1 , and a stator.

[Drawing 5] It is drawing seen in the direction of the arrow head V of drawing 6 , and the upper front face of Rota by the 2nd example of this invention used for the motor of this invention is shown.

[Drawing 6] It is the side elevation of Rota of drawing 5 seen in the direction of the arrow head VI of drawing 5 .

[Drawing 7] Are the partial diagrammatic view of the cross section of drawing 1 and the stator of 4, a continuous line shows the position of rest when a stator being excited according to the 1st variation of vibrational motion according to this invention, and vibrating, and the broken line shows the both-ends deformation location.

[Drawing 8] It is the graph of the curve which showed the variation of the amplitude of deformation of the stator in the angular position with a stator as a function of the radius of a stator.

[Drawing 9] It is the graph of the curve which showed the variation of the amplitude of deformation of the stator in the angular position with a stator as a function of the radius of a stator.

[Drawing 10] Although it is the same fragmentary sectional view as drawing 7 , the 2nd variation of the vibrational motion by this invention is shown.

[Drawing 11] Although it is drawing 8 and the same drawing as 9, the graph of the variation of the amplitude of a stator in case a stator vibrates according to the variation of the oscillation mode of drawing 10 is shown, respectively.

[Drawing 12] Although it is drawing 8 and the same drawing as 9, the graph of the variation of the amplitude of a stator in case a stator vibrates according to the variation of the oscillation mode of drawing 10 is shown, respectively.

[Description of Notations]

2 Base Material

8 Stator

10 Piezo-electric Means

30 Rota

36 Means of Communication

40 Fixed Means

X1 Axis of rotation

Pdm Displacement flat surface

[Translation done.]